

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ BT5-1 ПРИ ДЕФОРМАЦИОННОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ.

Лукьянов Василий Васильевич

Доцент, к.т.н. Бердин Валерий Кузьмич

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа,

lukianovv@bk.ru

Известно, что технологические и эксплуатационные свойства промышленных титановых сплавов зависят от их микроструктурного состояния. Одним из эффективных методов получения в них регламентированной микроструктуры является горячая пластическая деформация. Однако в некоторых случаях возможным способом изменения исходной микроструктуры является термическая обработка. В большинстве конструктивных $\alpha+\beta$ титановых сплавах процесс эволюции структуры α -фазы определяет в целом и формирование общего микроструктурного состояния в заготовках. Поэтому изучение процессов структурообразования в α -титановых сплавах с близким по химическому составу α -стабилизаторов к конструктивным $\alpha+\beta$ титановым сплавам позволит понять влияние температурных и деформационных параметров процесса на природу трансформации исходной грубой структуры в микрокристаллическую глобулярную.

В этой связи в настоящей работе рассматривается вопрос эволюции исходной структуры однофазного α -титанового сплава BT5-1 в ходе деформационной и термической обработки.

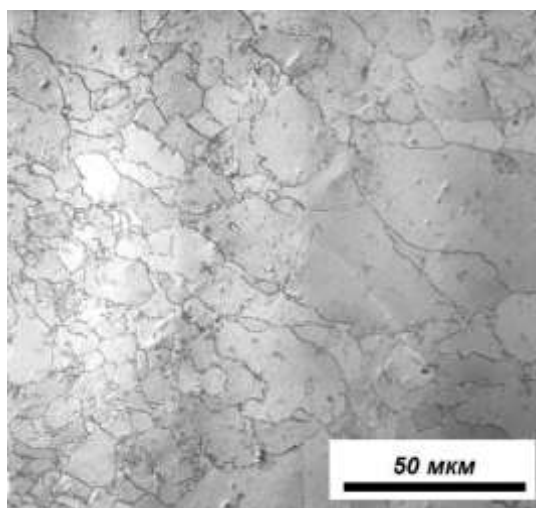


Рис.1. Исходная микроструктура

Исходная микроструктура сплава BT5-1 представленная на рисунке 1, имеет мелкие, вытянутые зерна α -фазы в направлении прокатки.

На рисунке 2 представлена гистограмма распределения напряжений в листовых заготовках из сплава BT5-1 при различной степени деформации при прокатке. Видно, что в отожженном образце величина напряжений не значительна и соизмерима с погрешностью измерения. Таким образом, можно считать, что в исходном состоянии образец не имеет

макронапряжений. Последующее увеличение степени деформации приводит к накоплению в материале сжимающих напряжений, которые при последующей термической обработки должны способствовать развитию процессов первичной статической рекристаллизации.

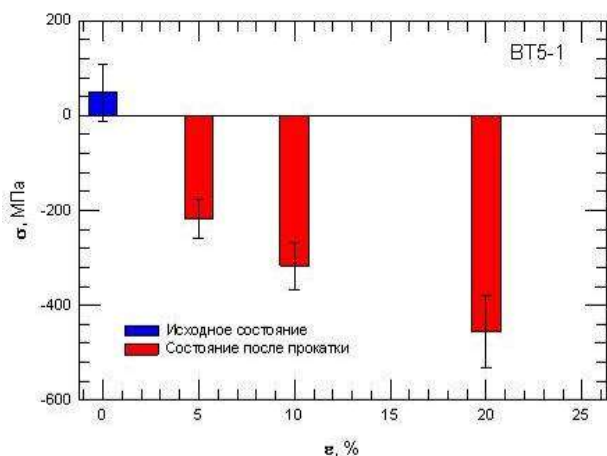
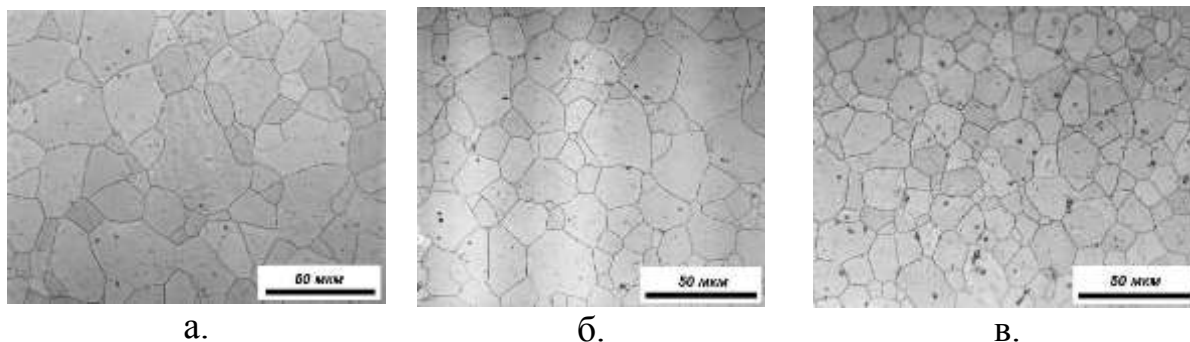


Рис. 2. Гистограмма распределения напряжений в листовых заготовках из сплава BT5-1 при различной степени деформации.

После определения макронапряжений в материале был проведен отжиг образцов по следующему режиму: отжиг в течении 20 минут при температурах 880, 910, 930, 960 и 990 °С. На рисунке 3 представлена микроструктура при температуре обработки 880 °С. Очевидно, что в не- деформированном образце (рис. 3,а) присутствуют как зерна крупного размера, так и мелкого. Средний размер зерна α -фазы равен 14 мкм.



а - $\varepsilon = 0\%$, б - $\varepsilon = 10\%$, в - $\varepsilon = 20\%$.

Рис. 3. Влияние степени холодной деформации на развитие статической рекристаллизации при отжиге: $T=880\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=20$ мин. Наблюдение в плоскости прокатки (XY).

При прокатке образцов на степень 10% в материале накапливаются макронапряжения величиной $\sigma_{\phi}=-320$ МПа, что при последующем отжиге при $T=880\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к развитию процессов первичной рекристаллизации и к уменьшению среднего размера зерна α -фазы(рис. 3,б). Последующее увеличение степени деформации до 20% способствует накоплению больших напряжений и следовательно ускоряет развитие процессов первичной рекристаллизации. В этом случае средний размер зерна уменьшается с 20 мкм до 9 мкм (рис. 3,в).

Анализ зависимости среднего размера зерна α фазы от температуры отжига после прокатки на различную степень деформации (рис.5) показал, что до температуры полиморфного превращения холодная предварительная деформация оказывает сильное влияние на размер и количество α -зерен.

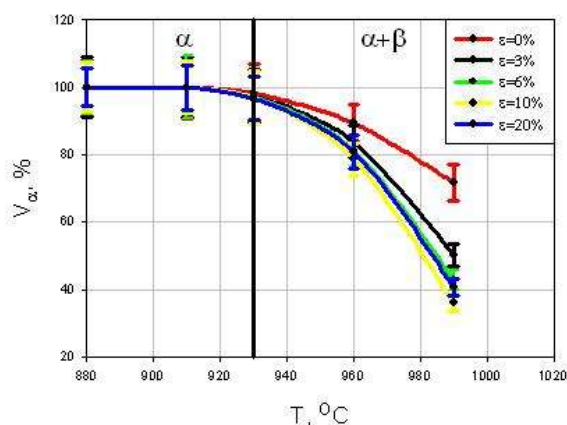


Рис. 4. Зависимость объема α фазы от температуры при различных степенях деформаций.

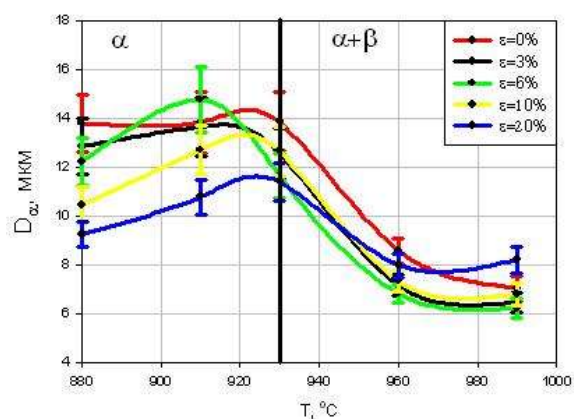


Рис. 5. Зависимость среднего размера зерна α фазы от температуры при различных степенях деформаций.

Это можно объяснить развитием процессов статической рекристаллизации, поскольку после деформации в матрице металла появляются скопления дефектов кристаллического строения, тем самым увеличивается количество мест зарождения новых рекристаллизованных зерен.

При температуре обработки выше температуры полиморфного превращения сплава ВТ5-1 наблюдается слабое влияние степени предварительной деформаций на изменение исходного размера и количества α -зерен. Причина этого возможно связана с процессами фазовых превращений, которые накладываются на протекание процесса рекристаллизации. Накопленная в материале внутренняя энергия в виде структурных дефектов в этом случае расходуется как на развитие фазовых превращений, так и на зарождение и рост новых зерен. Можно предположить, что фазовые превращения в большей степени оказывают влияние на рост зерен, чем на образование зародышей новых зерен (рис.4).

В результате выполнения работы было установлено:

1. При увеличении степени холодной деформации от 0 до 20% и последующей термической обработке ниже температуры полиморфного превращения ($T=880^{\circ}\text{C}$) приводит к уменьшению среднего размера зерен α -фазы с 20 мкм до 9 мкм.

2. При увеличении степени холодной деформации от 0 до 20% и последующей термической обработке выше температуры полиморфного превращения ($T=960^{\circ}\text{C}$) размер зерен α -фазы изменяется с 8 мкм до 7 мкм. Степень деформации влияет на объем превращенной β - фазы, которая увеличивается с 30% до 60%.